第 42 卷 第 2 期
1999 年 5 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 42, No. 2
May, 1999

锦天牛属阳茎内囊结构*

吴蔚文
（西南农业大学植保系农业部昆虫学及害虫控制工程重点开放实验室，重庆 400716）
石旺鹏
（中国农业大学植保系，北京 100094）

摘要 采用显微解剖和冰冻组织切片方法研究锦天牛属 *Acalolepta* 三种天牛阳茎内囊的结构，发现内囊骨化结构物，尤其端部骨化结构物，及其控制内囊伸缩的加厚侧带和有聚集精子作用的射精管壶腹结构，在探讨天牛科分类和系统发育上均具有重要意义。

关键词 天牛科，内囊，形态结构

为了寻求天牛科分类的新特征，作者采用传统解剖与组织切片相结合的方法研究阳茎内囊的形态结构，特别是内囊骨化物的形态、数量、组成、分布和位置等，探讨其在天牛总科分类和系统发育上的意义，为实现天牛科综合分类积累必要的基础资料。

1 材料和方法

本研究全部用天牛活雄成虫取出外生殖器。在解剖镜下小心将内囊从中茎中分离出来，放入 Bouin 氏固定液中浸泡 24 h 以上，然后放在玻片上冲洗干净，滴上几滴蒸溜水在解剖镜下观察，绘出内囊整体结构图，并测量各部长度和比例；再分段进行冰冻处理，在手摇切片机上进行组织切片（横切），切片厚度为 8～13 μm；用毛笔将组织切片贴到涂有甘油蛋白的载玻片上，放在温箱中烘干，在各级酒精（70%、80%、85%、90%、95%、100%）中脱水，二甲苯透明，加拿大胶封片；仔细观察，描述、绘图、摄影。

在描述特征时，先是整体 描述，然后是分段描述。分成三段：靠中茎的一段为基段，远离中茎的一段为端段，两者之间的为中段，与射精管相连的膨大部分为射精管壶腹，力求对内囊的结构有一个整体反映。

2 内囊的分种描述

2.1 灰黄锦天牛 *Acalolepta luxuriosa*（Bates）（图 1：1、5～7）

长约 8．4 mm，分段较明显。基段骨瓣一对，背面观察为“弯刀”形，位于内囊靠基部的 1/4 处，两“弯刀”形骨瓣末端分别着生于内囊基部的两侧壁膜质层内；中段为膜质层，两侧壁各有一条加厚侧带；端段为三层叠套式结构，骨化程度较高。与端段相连的是一长圆

---

* 国家自然科学基金资助项目

1996-11-14 收稿，1997-09-18 收修改稿

筒形的射精管壶腹结构，两支射精管在壶腹内没有合并。基段靠近骨瓣和中段的区域，从背面可观察到螺旋形骨化的细带，至少有 8 圈以上。

基段：膜质部分为单腔，囊壁没有分化，内膜多皱褶，骨化部分内膜两侧的腹面各着生有一弧形骨片，骨片逐渐向腔中部延伸并增大。骨化螺旋区是内膜内壁间断性骨化的区域，可以增强内囊伸缩的强度。

中段：膜质，透明。两侧加厚侧带较清楚。

端段：前半部分为双套层结构。外套层内膜和内套层外表面均着生有骨化微刺，微刺对称着生，但分布、大小、形状均不一致，有锐尖的、钝尖的、平顶的、棒形的等。内套层囊壁交叉分成两部分，但小侧腔已退化，只见其痕迹；大侧腔大，其腔壁结构类似于射精管的结构。近中段靠近的一半区，为三层套叠式结构，外套层和中套层的内膜均着生有大小、形状、排列均不一致的骨化微刺；内套层的外表面亦布满了小微刺，其大小比较一致，且几丁化程度比较低。这一部分是真正外翻到中茎外进入到雌虫交配囊的部分。

2.2　栗灰锦天牛 *Acalolepta degener*（Bates）（图 1：2、3、8～10）

内囊长约 4.0 mm，分段比较明显。1 对弧形的基骨片着生于近基端内囊长度的约 2/3 处，中段连接轻微骨化的“漏斗”区，加厚侧带不明显；端段细，膜质，叠套层结构；射精管壶腹与射精管相连呈“喇叭”形。从背面看，近基部有一连串的弧形骨化区域，基部骨片为“眉形”，着生于囊背壁的两侧内膜层中，并向囊中部延伸。从腹面看，基部骨片呈“括弧”形，着生在囊壁的两侧壁，仅有一层薄膜包围；紧靠基部骨片的是一呈“喇叭”形骨化结构；端段近 2/3 的区域为轻微几丁化区，为三层套叠式的结构，内层表面着生有骨化微刺。

基段：从基段的中部起，腹面两侧内膜开始骨化并形成骨片，骨片由基向端逐渐增大，并向囊腔中部扩展。环形骨化区，实质是囊壁腹面内膜向内扩展形成的环带状骨片。

中段：囊腔内壁两侧有二长的纤维束，其侧缘轻微几丁化。

端段：近中段的一部分，囊壁内膜层上着生有大小，均匀对称分布的骨刺。近端部的套叠层结构中，外套层内膜层和内套层的外膜层表面均着生有大小一致、分布均匀的微刺，微刺相互吻合，便于内囊交配后的收回。内套层可能为真正进入雌虫交配囊的器官。

2.3　金绒锦天牛 *Acalolepta permutans*（Pascoe）（图 1：4、11～13）

内囊长约 11.1 mm，分段较明显。从背面观察，基骨片呈“弯钩”状，着生囊基部；静止时中段卷曲，近基部有螺旋形骨化区约 8 圈；端段比较细，且顶部有一“V”形骨化结构物；与两支射精管相连的射精管壶腹部分是一多皱折的圆柱形结构，它与端段之间以一细管相连，且细管中部有一膨大成球形的囊状结构。

基段：囊壁背面两侧壁表皮层中着生有两块小骨片，骨片由基向端往囊腔中央延伸，骨化程度逐渐加大。

中段：内膜层上密生分布均匀、大小基本一致的骨化微刺。

端段：膜质，三层套叠式结构，顶部有一“V”形骨化结构物。

射精管壶腹：可以见到深入其中的两条射精管。位于射精管壶腹与内囊端部之间的球形结构体有两侧腔，内充满胶质，两条细管从中通过，其囊壁结构类似于射精管。

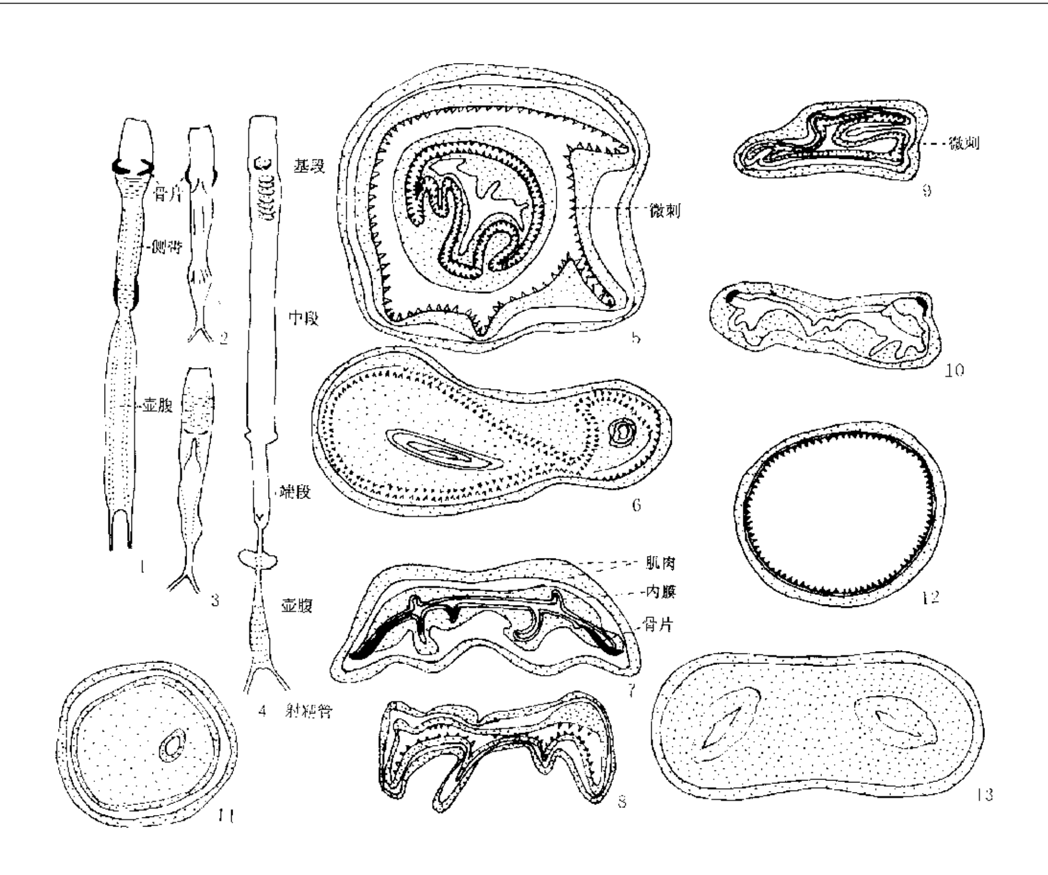


图1 三种锦天牛阳茎内囊结构 Internal sac of aedeagus of *Acalolepta*

1～4. 内囊 Internal sac; 5～13. 内囊横切面 Cross section of Internal sac; 1, 5～7. 灰黄锦天牛 *Acalolepta luxuriosa* (Bates): 1. 背面 Dorsal view (中段虚线示加厚侧带 Dotted line of middle region is the lateral band of reinforcement or apical bands; 5. 基端段 Basal section of apical region (三层套叠式结构 Telescopic structure of 3 tubes); 6. 前端段 Apical section of apical region (两层套叠式结构 Telescopic structure of 2 tubes); 7. 基段 Basal region (两侧可见骨片 A pair of bone valves on both sides); 2, 3, 8～10. 栗灰锦天牛 *Acalolepta degener* (Bates): 2. 腹面 Ventral view; 3. 背面 Dorsal view; 8. 前端段 Apicaal section of apical region (两层套叠式结构 Telescopic structure of 2 tubes); 9. 基端段 Basal sectio of apical region (三层套叠式结构 Telescopic structure of 3 tubes); 10. 中段 Middle region (近基段) 4, 11～13. 金绒锦天牛 *Acalolepta permutans* (Pascoe); 4. 背面 Dorsal view; 11. 端段 Apical region (三层套叠式结构 Telescopic structure of 3 tubes); 12. 中段 Middle region; 13. 射精管壶腹 Ejaculatory ampoule (两条射精管位于其中 Two ejaculatory ducts in it)

3 分析和讨论

如上所述，三种天牛内囊组织结构的共同特点：有较明显的分段，基段具基骨瓣一对和似“弹簧”的骨化区，端段呈三层套叠式结构，部份囊壁上有骨化微刺，端部有形状各异的射精管壶腹结构，射精管二支。三种主要区别是：金绒锦天牛与灰黄锦天牛和栗灰锦天牛相比，金绒锦天牛端段顶部有一“V”形骨化结构物和独特的射精管壶腹结构，而后两种无；灰黄锦天牛与栗灰锦天牛相比，灰黄锦天牛中段有较明显的加厚侧带，端段明显骨片程度较高。

基段似“弹簧”的螺旋型间断性骨化区域，可以增强内囊伸缩强度；射精管壶腹结构有聚集精子作用[1]，而金绒锦天牛位于射精管壶腹与内囊端部之间的球形结构物为射精管壶腹的进一步特化；纤维质结构的加厚侧带具有控制内囊伸缩的作用[1]；内囊端部的“V”形骨化物可能具有阀门的作用。这些结构在种内稳定，种间差异明显，尤其是端段和射精管壶腹的特化结构，是鉴别种类的重要特征。

一般认为，端段分化明显且骨化程度较高的类群，属于比较进化的类群。金绒锦天牛与另外两种天牛相比，内囊端段分化最明显，有很特化的骨化结构物表现进化。进一步证实了我们关于天牛内囊的结构，特别是内囊端段的骨化结构特征是研究天牛系统发育重要依据之一的观点[2]。

致谢　承蒋书楠教授指导，谨此致谢。

参　考　文　献（References）

1　Dupre E. Analyse comparee du sac interne de Bathysciinae interet texinomique，considerations sur l' evolution fonctionnelle du sac. Memoires de biospeologie，1992，Tome XIX

2　吴蔚文，蒋书楠等. 星天牛属雄性外生殖器的分类研究. 昆虫学报，1989，32（2）：211～219

ON ANATOMICAL STRUCTURE OF THE INTERNAL SAC OF AEDEAGUS IN GENUS *ACALOLEPTA* （COLEOPTERA：CERAMBYCIDAE）

Wu Weiwen

（Department of Plant Protection，Southwest Agricaltural University，Chongqing　400716）

Shi Wangpeng

（Department of Entomology，China Agricaltural University，Beijing　100094）

Abstract　In this experiment，the microdissection and the freezing microtomy of the internal sac of aedeagus of longicorn beetles including 3 species belonging to *Acalolepta* were carried out. Detailed descriptions of the anatomical structure of the internal sac of aedeagus in different species，such as the type of bone valves and chitin area in the basical part，the form，number and distribution of spines（microtrichia）on the wall of the internal sac，and different shape of ejaculatory ampoule connected to the apical part of the internal sac etc，are given in this paper. It is supposed that the chitinization of the apical part of the internal sac，the lateral band of reinforcement contributing to copulation and the ejaculatory ampoule for recollecting sperms are important for the taxonomic and phylogenetic study of the longicorn beetles.

Key words　Cerambycidae，internal sac of aedeagus，morphological structure